



快速电动调焦镜头 EL-3-10

紧凑型 EL-3-10 镜头专为集成到各种应用的光学系统中 (OEM) 而设计。其工作原理基于成熟可靠的变形状透镜技术。通过施加电流来调整镜头的曲率。从而, 焦距可以在极短的几毫秒内调整到所需值。该镜头采用“推拉式”架构, 意味着镜头曲率可以从凹面偏转到凸面。采用基于成熟音圈技术的执行器, EL-3-10 调焦镜头极其可靠和坚固, 非常适合在恶劣环境和大温度范围内使用。

镜头规格

通光孔径	3	mm
光焦度范围 (@20°C) ¹	-13 至 +13	dpt (屈光度)
透射波段	VIS : 420 至 900 NIR : 850 至 1699	nm
波前误差 @ 0 mA (垂直/水平)	<0.2 / <0.2	RMS @532 nm (可应要求提供更严格规格, 例如 0.07 RMS)
镜头类型	平凹至平凸	
折射率 / 阿贝数	$n_D = 1.300 / v = 100$	
响应时间 (80% 阶跃)	<1	ms
稳定时间 (80% 阶跃)	2 / 4	ms (低通滤波后 / 正常阶跃信号)
使用寿命 (10-90% 正弦)	>1,000,000,000	次循环
光学损伤阈值	>1	kW/cm ²
工作温度	-20 至 65	°C
存储温度	-50 至 85	°C
重量	1.25	g

电气规格

标称控制电流	-120 至 +120	mA
工作电压	-1...1	V
线圈电阻 @30°C	7.1	Ohm
功耗 (全调谐范围)	0 至 100	mW
功耗 (+/- 5 dpt 调谐范围)	0 至 15	mW

可用标准产品概览

标准产品型号	调谐范围	柔性电缆	保护窗片	容器和/或窗片镀膜波段
EL-3-10-VIS-26D-FPC	-13 至 +13 dpt	是	是	420 – 900 nm
EL-3-10-NIR-26D-FPC	-13 至 +13 dpt	是	是	850 – 1600 nm
EL-3-10-VIS-26D-OEM	-13 至 +13 dpt	否	否	420 – 900 nm
EL-3-10-NIR-26D-OEM	-13 至 +13 dpt	否	否	850 – 1600 nm
EL-3-10-VIS-26D-OEM-CG	-13 至 +13 dpt	否	是	420 – 900 nm

¹ 可应要求提供高达 +/-35 dpt 的光焦度范围

机械图纸

标准版 EL-3-10 镜头带有一条柔性电缆（图 2），兼容我们用于原型制作和小批量应用的 EL-E-4 镜头驱动器。此外，还提供适用于大批量应用的 EL-3-10 镜头 OEM 版本。它有两个焊盘，可用于焊接电缆或连接弹簧触点（图 4）。朝向上方的全视场角为 $50^\circ 50'$ 。朝向下方的全视场角为 $46^\circ 46'$ 。对于 OEM 版本，保护窗片是可选的，以便优化透射率。

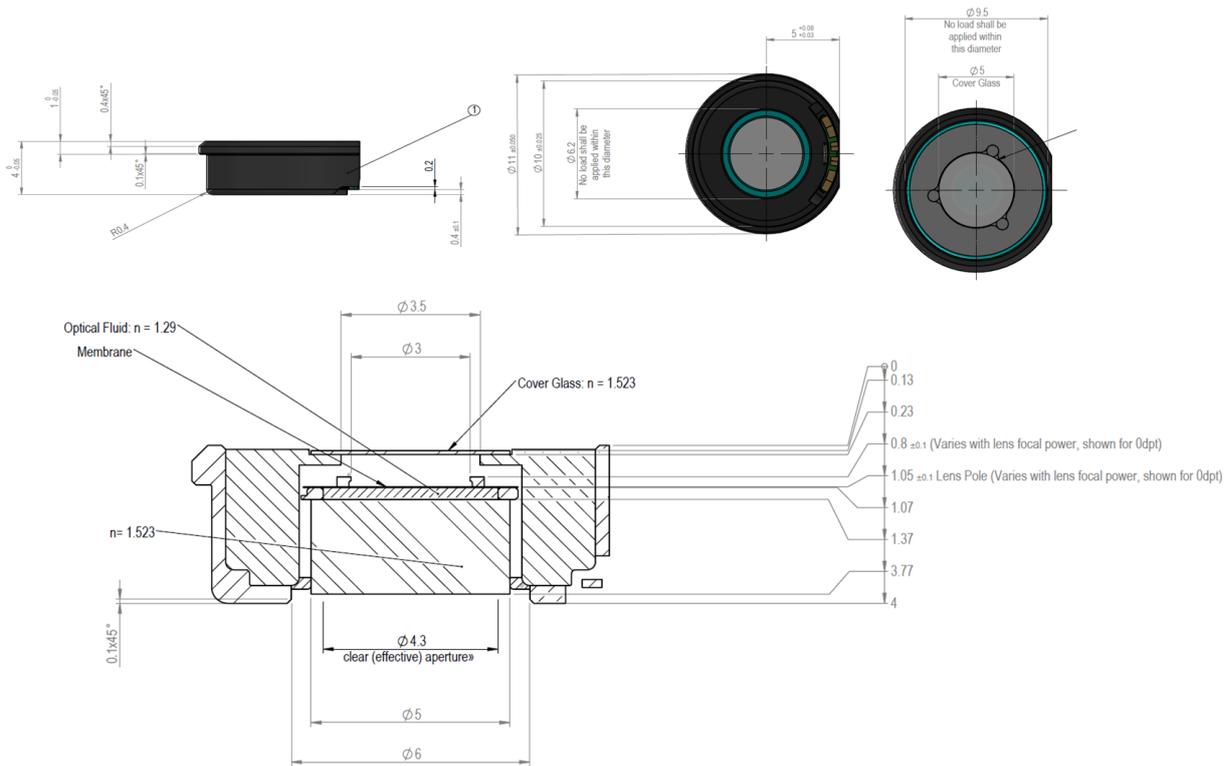


图 1: EL-3-10-XXX-26D-OEM 镜头的机械图纸

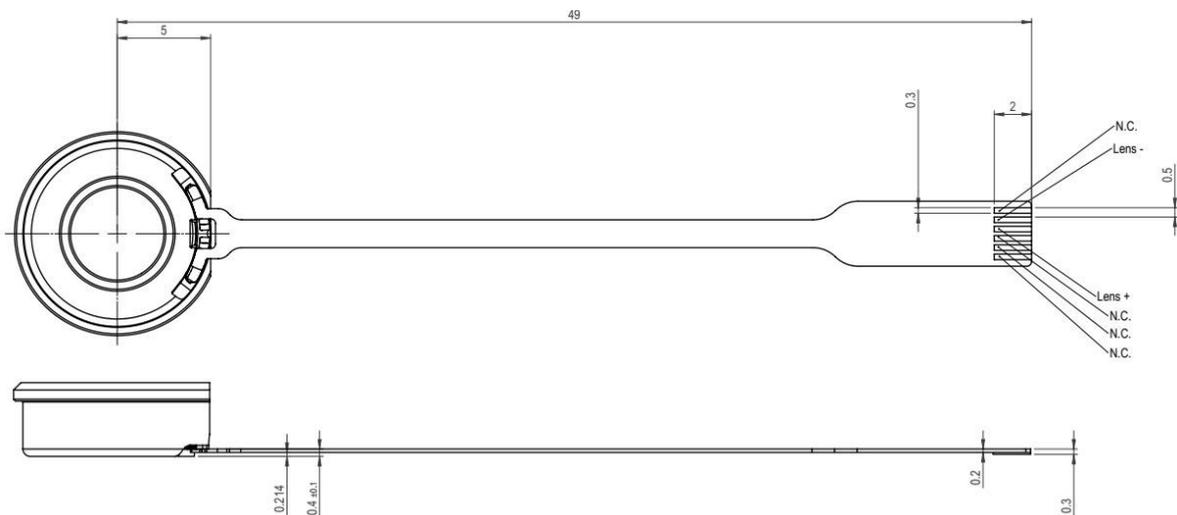


图 2: EL-3-10-XXX-26D-FPC 镜头的机械图纸

安装

安装镜头时，将其夹在法兰上。方向由 D 形切口定义。对于没有保护窗片的版本，底部通光孔径处的膜片暴露在环境中。因此，镜头需要在洁净环境（例如无尘室）中集成，并设计到光学系统中，以保护底部接口免受灰尘影响。

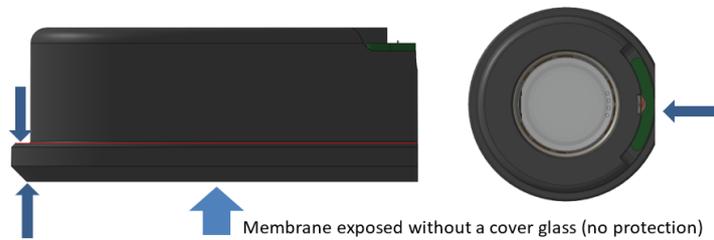


图 3: EL-3-10 安装示意图

电气连接

对于 OEM 版本，可以在两个 PCB 焊盘上连接导线。或者，可以使用弹簧针接触 PCB 焊盘（例如 TE 1551631-5）。



图 4: EL-3-10-XXX-26D-OEM 的带弹簧针的焊盘

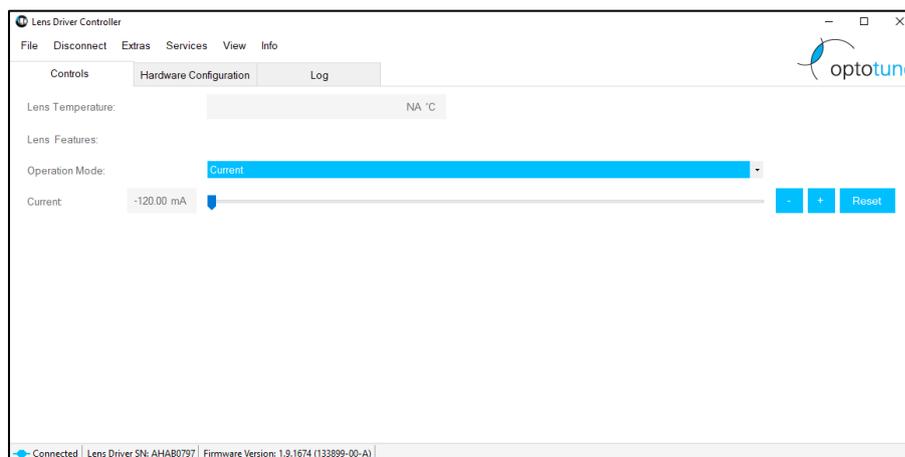
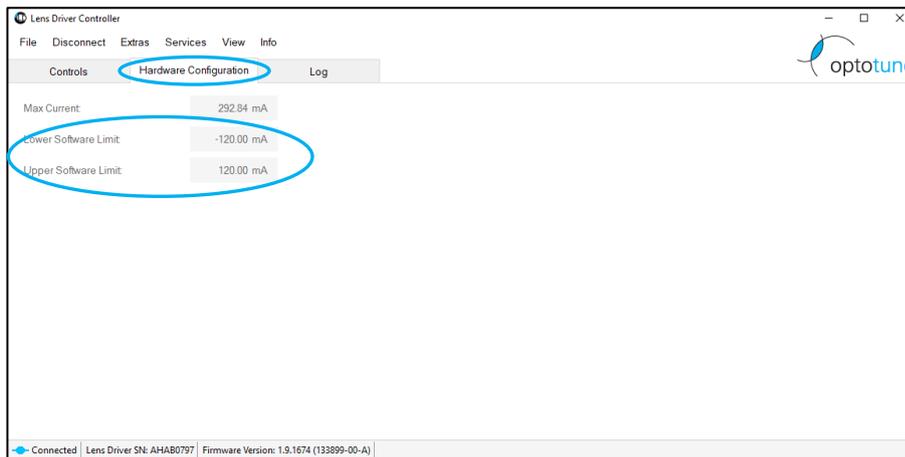
标准的 FPC 版本带有一条焊接在上述焊盘上的柔性电缆，并与镜头驱动器 4 兼容，如图 5 所示。



图 5: 带柔性电缆的 EL-3-10-XXX-26D-FPC

驱动程序

紧凑型 EL-3-10 镜头可以通过我们的 EL-E-4 镜头驱动器驱动，只需将镜头的柔性电缆连接到驱动器上的 Molex 连接器即可。在软件界面中，可以调整供给镜头的电流来驱动镜头。需要注意的是，在整个光焦度范围内调谐需要 ± 120 mA 的电流。由于镜头驱动器可以输出更大的电流，因此必须首先在不连接镜头的情况下将其连接到电脑。然后，在“硬件配置”选项卡中，必须将软件限制设置为 ± 120 mA。之后可以断开镜头驱动器，将镜头连接到驱动器，再将驱动器重新连接到电脑。现在电流只能在 ± 120 mA 范围内调整，从而可以防止镜头过驱动。



操作说明

- 1、在不连接镜头的情况下，将镜头驱动器连接到电脑
- 2、打开镜头驱动器控制软件
- 3、转到硬件配置选项卡
- 4、将软件下限设置为 -120mA
- 5、将软件上限设置为 120mA
- 6、关闭软件窗口
- 7、断开镜头驱动器连接
- 8、将镜头连接到镜头驱动器
- 9、将镜头驱动连接到电脑
- 10、打开镜头驱动器控制软件
- 11、使用滑块调整供给镜头的电流

工作原理

EL-3-10 的工作原理基于我们成熟的变形状聚合物透镜技术。构成透镜的核心包含一种光学液体，该液体用弹性聚合物膜密封，如图 6 所示。电磁执行器用于对容器施加压力，从而改变透镜的曲率。通过改变流经执行器线圈的电流，可以控制透镜的光焦度。

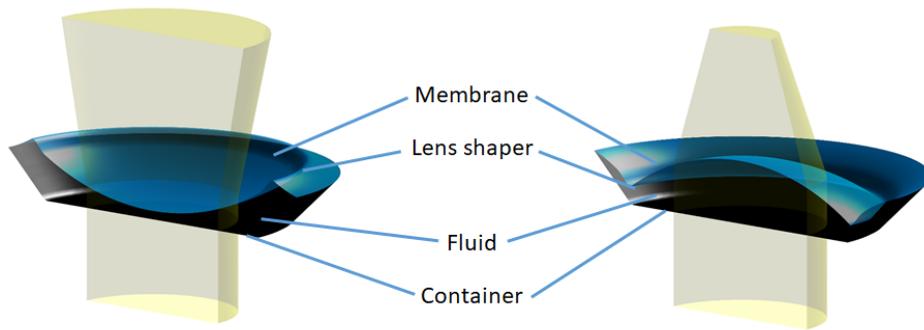


图 6: 充满光学液体的密封透镜容器示意图，嵌入在 EL-3-10 外壳中

光焦度与电流关系

如图 7 所示，EL-3-10 的光焦度随正向电流增加而增大，随负向电流增加而减小。标称光焦度范围为 +13 至 -13 屈光度。

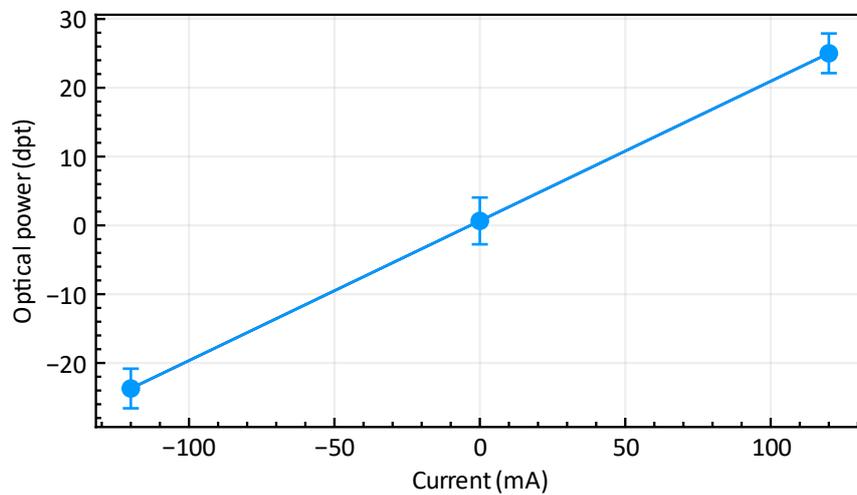


图 7: EL-3-10 典型电流 vs 光焦度曲线图

透射波段

光学液体和膜片材料在 400 至 2500 nm 范围内都具有高透射性。由于膜片具有弹性，无法使用标准工艺镀膜，因此预计会有 3—4% 的反射。保护窗片可以根据需要进行镀膜。图 8 显示了标准 VIS 和 NIR 宽带镀膜的透射光谱。

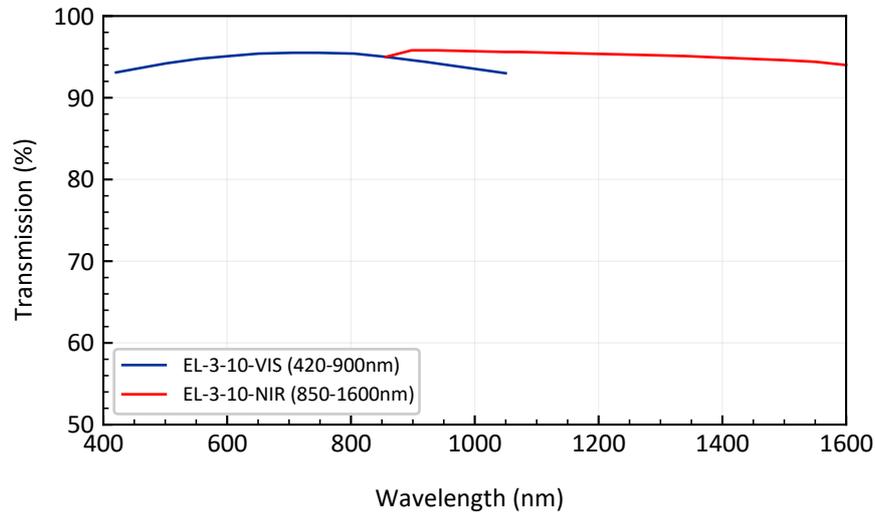


图 8: EL-3-10 标准 VIS 和 NIR 镀膜的透射光谱

波前质量

原则上，我们的调焦透镜呈现球面透镜形状（标称参数可在 ZEMAX 软件包中找到）

我们的调焦透镜在水平光轴使用时，通常会受到重力引起的彗差影响。由于 EL-3-10 镜头通光孔径小且膜片刚度高，在水平光轴上没有可测量的 Y 向彗差。然而 EL-3-10 镜头的光焦度会轻微受到加速度的影响。1g 加速度会导致光焦度变化约 0.15 dpt。整个光焦度范围内的典型波前误差如图 9 所示。

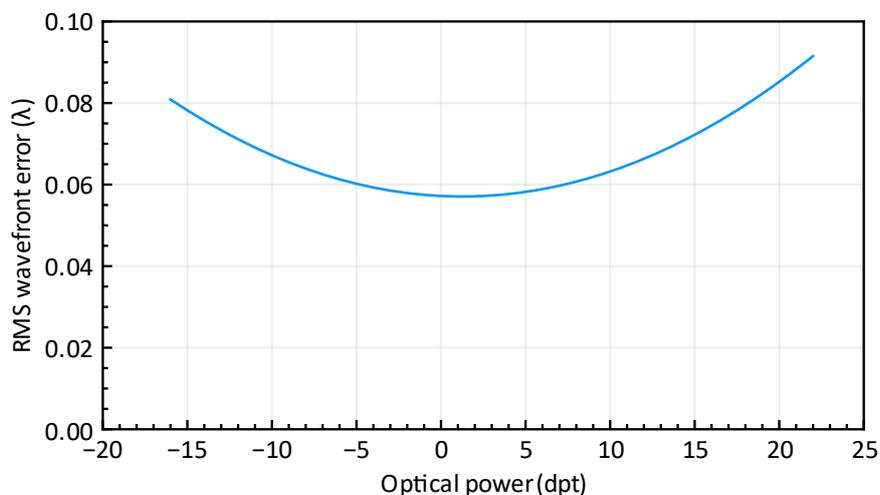


图 9: EL-3-10 典型 RMS 波前误差

响应时间

施加电流阶跃时的上升时间小于 1 毫秒，镜头完全稳定仅需约 4 毫秒。下方的阶跃响应测量图显示了 EL-3-10 镜头的光学响应。对驱动到镜头的信号进行低通滤波可以抑制下图阶跃响应图中看到的振荡，从而在小于 2 毫秒内驱动一个受控的 80% 阶跃。

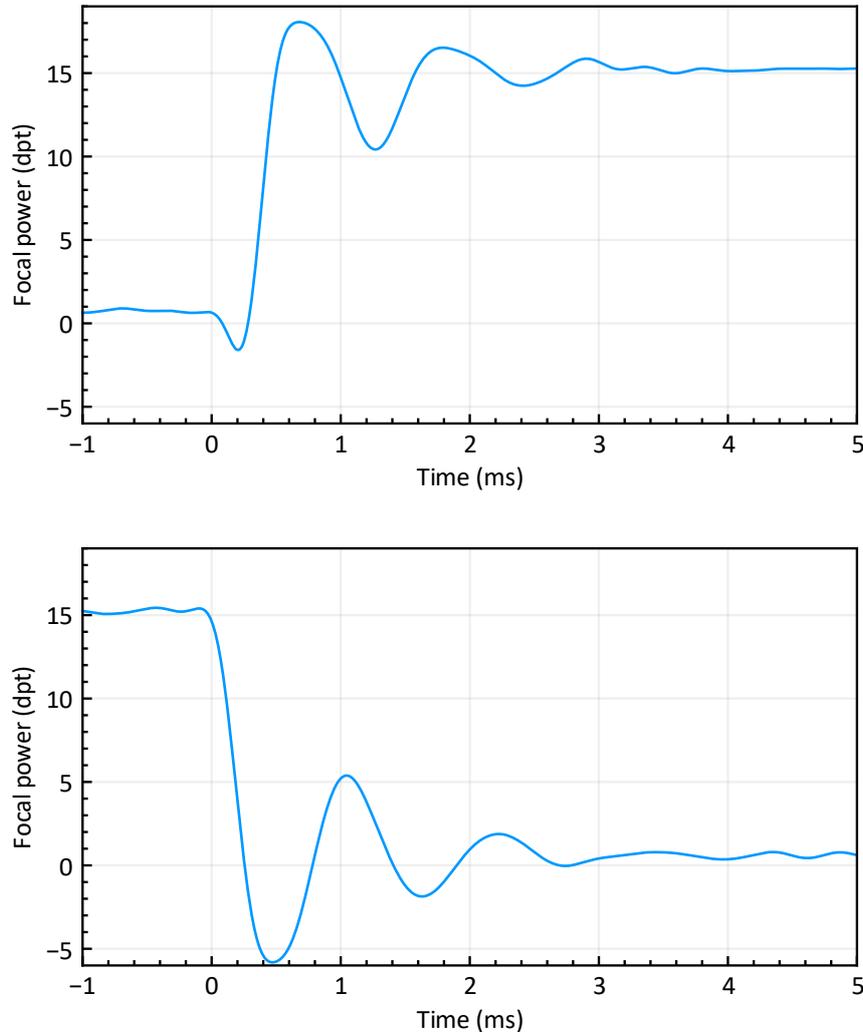


图 10: EL-3-10 镜头的 80% 阶跃响应

宽频率范围内的频率响应如图 11 所示，在约 475 Hz 处有一个共振峰。请注意，在该共振频率或其附近会出现额外的球差，这可能会限制该镜头在某些高频应用中的使用。

施加电流阶跃时，建议使用低通滤波器抑制 250 Hz 以上的频率，以避免如图 10 所示的激励振荡。

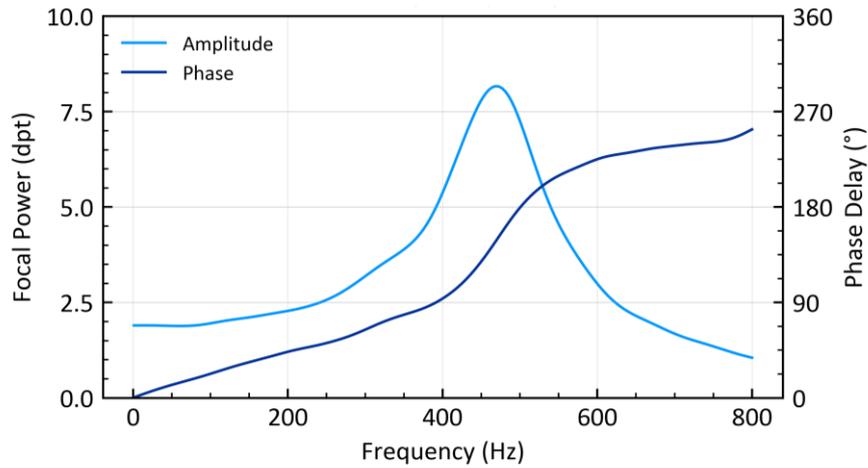


图 11 : EL-3-10 的典型频率响应和相位延迟 (驱动幅值 : -10 至 10 mA)

温度效应

残余温度效应会影响光焦度的长期漂移。这些温度效应通过温度灵敏度来量化，即每摄氏度引起的光焦度变化。根据图 12 中的曲线，EL-3-10 的灵敏度随光焦度的不同而增减。为了在整个温度和光焦度范围内实现可重复的光焦度驱动，需要额外的主动温度补偿。由于灵敏度随光焦度增加而降低，建议在正光焦度范围内操作 EL-3-10，该范围内的灵敏度最低。

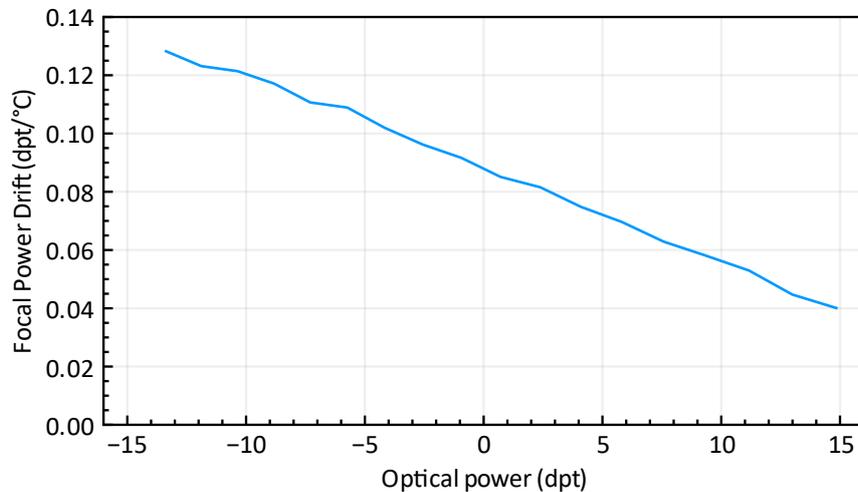


图 12 : EL-3-10 在光焦度范围内的温度灵敏度

光学布局

可应要求提供 Zemax 仿真文件，用于在光学设计中模拟 EL-3-10 镜头。